DE L'ACCROISSEMENT EN LONGUEUR

DES

OS DES MEMBRES

LYON. — IMPRIMERIE D'A. VINGTRINIER

DE L'ACCROISSEMENT
EN LONGUEUR
DES
OS DES MEMBRES
ET DE
LA PART PROPORTIONNELLE QU'Y PRENNENT LEURS DEUX EXTRÉMITÉS ;

MÉMOIRE COURONNÉ PAR L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DE MÉDECINE,

PAR

L. OLLIER,

CHIRURGIEN EN CHEF DE L'HOTEL-DIEU DE LYON.

(Extrait des Mémoires de la Société des Sciences médicales de Lyon)

PARIS

VICTOR MASSON ET FILS

Place de l'Ecole-de-Médecine.

—

1863.

AVANT-PROPOS.

Depuis que, sous l'influence de quelques chirurgiens anglais, les résections des grandes articulations ont pris une plus large part dans la pratique chirurgicale, on a vu surgir un certain nombre de questions que l'expérience clinique n'a pas encore pu résoudre. Parmi ces questions, celle de l'accroissement consécutif des membres est une des plus importantes. Sa solution en tel ou tel sens doit entraîner définitivement l'adoption ou le rejet de certaines résections. Si en Angleterre où la résection du genou est journellement pratiquée, on trouve encore un grand nombre d'opposants; s'il est même des chirurgiens qui repoussent complètement cette opération malgré les exemples de succès immédiat qu'ils ont sous les yeux, il ne faut en chercher la cause que dans la crainte de voir le membre réséqué s'atrophier ou du moins subir un arrêt de développement tel qu'il sera dans l'avenir un organe inutile et gênant. Cette question n'est pas encore résolue en Angle-

terre ; nous avons pu nous en convaincre dans un séjour que nous avons fait récemment dans ce pays. Il nous a été même impossible de recueillir des données positives sur ce point auprès des chirurgiens qui avaient pratiqué un grand nombre de résections. Leurs opérations étaient trop récentes ou bien ils ignoraient ce qu'étaient devenus la plupart de leurs malades. Quant à ceux qui repoussaient cette résection par crainte de l'arrêt de développement du membre, ils avaient plutôt des doutes à exprimer que des faits convaincants à produire.

Cette question n'aurait qu'un intérêt secondaire si les résections étaient pratiquées seulement chez les adultes, ou chez les individus dont le système osseux a acquis à peu près tout son développement. Mais si l'on consulte les statistiques publiées et les observations que donnent les journaux anglais hebdomadaires, on voit que le plus grand nombre de ces opérations se pratiquent sur les enfants. C'est entre six et quatorze ans, c'est-à-dire à l'époque de la plus grande croissance du squelette que les cas ont été les plus nombreux. Il est donc urgent de savoir sur quelles ressources on peut compter pour éviter l'arrêt de développement du membre ; et dans le cas où l'art ne pourrait rien pour prévenir la difformité, il importe de connaître au juste quel est le danger qui menace le malade et à quel degré de raccourcissement son membre est exposé.

C'est pour concourir à la solution du problème que nous avons eu recours à l'expérimentation. Le moyen le plus simple, la voie la plus courte était certainement de pra-

tiquer les diverses résections chez de jeunes animaux. C'était se mettre dans des conditions parfaitement comparables et en étudiant les chances de raccourcissement on voyait en même temps les procédés qu'emploie la nature pour réparer ou remplacer l'articulation détruite. Mais on a une peine infinie à faire réussir certaines de ces opérations chez les animaux, la résection du genou par exemple n'a jamais laissé vivre les sujets chez lesquels nous l'avons pratiquée. Il est presque impossible d'immobiliser les opérés ; ils finissent toujours par rendre leurs appareils plus nuisibles qu'utiles. Leur agitation incessante constitue une complication insurmontable. Le mode de cicatrisation et de réparation ayant été, d'ailleurs, déterminé par divers expérimentateurs (Chaussier, Steinlin, Wagner, etc.), (1) et par nous dans un précédent travail, nous avons songé à une voie indirecte, mais qui nous paraît également rationnelle pour résoudre le point capital de la question que nous avons en vue.

Pour calculer les chances d'arrêt de développement après telle ou telle résection, nous avons recherché quelle part prenaient à l'accroissement de l'os les diverses portions qu'on enlève dans ces opérations. Si c'est à la faveur de telle partie que l'os prend la presque totalité de son accroissement, l'ablation de cette partie devra nécessairement empêcher cet accroissement et amener un arrêt de développement considérable.

(1) Wagner, *Résection et extirpation des os* ; ARCHIVES GÉNÉRALES DE MÉDECINE, cinquième série, 2, 3, 5.

On sait depuis longtemps que c'est par leurs extrémités que les os longs croissent en hauteur, Duhamel, Hunter, M. Flourens, ont, par leurs expériences, de plus en plus précisé ce point de doctrine que l'observation anatomique avait fait incomplètement concevoir. On savait que le squelette ne croissait plus lorsque les épiphyses étaient soudées, et ce fait conduisait à attribuer un rôle important au cartilage intermédiaire. On ne pouvait cependant, sans l'expérimentation, arriver à ces faits curieux et imprévus que nous ont révélés les auteurs que nous venons de citer. Mais ce n'est pas de la théorie générale de l'accroissement en longueur que nous avons à nous occuper. Notre but est seulement d'apprécier la part proportionnelle qui revient à chaque extrémité de l'os, de manière que nous puissions savoir en quoi l'ablation de ces diverses parties arrêtera son accroissement futur. Jusqu'ici l'expérimentation n'ayant pas dit autre chose, si ce n'est que l'os croît par le cartilage intermédiaire, au moyen de couches incessamment surajoutées aux deux extrémités de la diaphyse, on pouvait croire que cet accroissement était égal à ses deux extrémités et que l'équilibre n'était rompu qu'au moment de la soudure d'une des deux épiphyses. Mais il n'en est pas ainsi : dès le principe, l'os s'accroît plus par une extrémité que par l'autre, et c'est à la démonstration de cette inégalité d'accroissement que va être consacré notre travail.

DE L'ACCROISSEMENT
EN LONGUEUR
DES
OS DES MEMBRES
ET DE
LA PART PROPORTIONNELLE QU'Y PRENNENT LEURS DEUX EXTRÉMITÉS.

---

§ I.

ÉTAT DE LA QUESTION; OBSERVATION DE DUHAMEL ET DE M. FLOURENS, SUR LE TIBIA; SENS DE L'ACCROISSEMENT DANS LES DIVERS OS; INÉGALITÉ D'ACCROISSEMENT DE LEURS EXTRÉMITÉS.

Les expérimentateurs ne se sont pas jusqu'ici occupés de cette question. Une observation de Duhamel à propos du tibia, observation répétée par M. Flourens, sur le même os, est tout ce que la science possède sur ce sujet à notre connaissance du moins. Aussi avons-nous été profondément surpris d'apprendre qu'une réclamation de priorité avait été faite par M. Flourens, devant l'Institut, dans la séance du 28 janvier 1861, lorsque M. Velpeau nous fit l'honneur de

présenter à cette savante Compagnie le résumé de ce travail. Comme nous ne connaissons rien, absolument rien qui se rapporte à ce sujet dans les écrits de M. Flourens, si ce n'est la phrase que nous avons citée dans notre note et que nous rappellerons tout à l'heure, nous persistons toujours à nous considérer, comme le premier qui ait observé les faits constituant la base de ce travail et qui ait recherché les lois de l'accroissement différentiel des deux extrémités des os longs. Nous aimons à croire que M. Flourens se sera mépris sur le fond de notre travail et le but de nos expériences ; sans cela il n'aurait pas parlé de ses découvertes faites il y a vingt ans et consignées dans son livre sur la *Théorie expérimentale de la formation des os*, 1847. — Dans ce livre que nous avons cité souvent et dont nous nous plaisons, en toute circonstance, à reconnaître la valeur, il n'y a rien qui ait trait à notre sujet si ce n'est la phrase à laquelle nous venons de faire allusion. Nous regrettons ce malentendu ; mais il était indispensable de le faire cesser tout d'abord, car sur la foi du secrétaire perpétuel de l'Institut, on pourrait se méprendre sur l'origine des faits que nous allons exposer.

Nous devons reconnaître du reste que la note, insérée par M. Flourens, dans les comptes-rendus de la séance suivante, ne contient rien qui rappelle la vivacité de sa réclamation verbale. Mais la reproduction de cette réclamation par plusieurs organes de la presse, nous fait une obligation d'exposer les titres de chacun. Cette circonstance expliquera et excusera, nous l'espérons, le soin que nous avons dû prendre plusieurs fois dans le courant

de ce travail, de bien préciser ce qui nous appartient.

Nous avions été frappé, comme Duhamel, de la différence qui existait entre l'extrémité supérieure et l'extrémité inférieure du tibia, au point de vue de l'accroissement ; nous le fûmes encore plus par l'inégalité d'allongement que nous présentèrent les humérus de jeunes lapins sur lesquels nous avions enfoncé des pointes de plomb, dans le but de rechercher si la diaphyse croissait à cet âge par un mouvement de nutrition interstitielle. Nous eûmes alors l'idée de rechercher si tous les grands os des membres présentaient cette inégalité d'accroissement et si l'extrémité vers laquelle se produisait le surplus d'allongement était partout la même ou variait d'après certaines lois.

Pour apprécier dans quel sens l'accroissement des membres était le plus actif, nous nous sommes servi de clous de plomb implantés solidement dans la diaphyse, à égale distance de ses deux extrémités. Ce procédé nous a paru le meilleur qu'on pût employer à cause du déplacement incessant des points de repère fournis par les insertions tendineuses ou les saillies de l'os. L'implantation du clou est généralement très-facile. Nous perçons l'os de part en part, en traversant le canal médullaire. Le peu de dureté du métal fait qu'on peut le mouler presque sur les petites inégalités de la perforation en employant des pressions ménagées. De cette manière le clou est solidement fixé, ne peut tomber dans le canal médullaire et n'est pas déplacé par les mouvements de l'animal. Nous avons ainsi percé des os de poulets de 7 à 8 jours sans les briser et sans amener d'accident : des lapins de 15 jours à 3 semaines

supportent aussi parfaitement cett opération. La réunion immédiate est la règle, quand les sujets sont dans de bonnes conditions hygiéniques.

La difficulté consiste à prendre exactement le milieu de l'os, et pour cela il faut une certaine habitude et d'assez grandes précautions. Comme on prend ses mesures à travers la peau, il faut éviter de se laisser égarer par les apophyses plus ou moins saillantes qui entourent les extrémités de l'os. Pour avoir des mensurations aussi exactes que possible, nous les prenons successivement sur les deux membres, et pour les contrôler mieux encore, nous avons soin de mesurer le même os sur un animal de la même portée et de la même taille, sacrifié dans ce but au moment de l'expérience. Quand nous n'avons pas pris ces précautions, ou quand nous avons opéré sur des animaux dont le squelette nous était peu familier, il nous est arrivé d'obtenir des résultats imparfaits ou équivoques, qui nécessitaient de nouvelles expériences.

Duhamel est le premier qui ait employé le procédé des fils métalliques placés de distance en distance pour mesurer l'accroissement des os en longueur. Hunter se servit plus tard de grains de plomb, M. Flourens a employé dans le même but des clous d'argent. C'est dans ces expériences instituées pour étudier l'allongement des os, que Duhamel a observé pour la première fois que le tibia croissait plus par son extrémité supérieure que par son extrémité inférieure. De ses observations sur plusieurs animaux (chien, poulet, agneau, pigeon), il conclut « que l'allongement est plus considérable à la partie supérieure du tibia qu'à l'in-

térieure, ce qui est établi par toutes les expériences. » (Mémoires de l'Académie des sciences, page 139 ; 1743.

M. Flourens, faisant également des expériences pour étudier le mode d'accroissement des os longs, fit la même remarque pour le tibia. Les chiffres qu'il donne (*Théorie expérimentale de la formation des os*, page 20 ; 1847) indique que sur trois expériences, une fois le tibia s'était accru de 3 millimètres par en haut et de 3 par en bas (1), et deux fois dans une proportion plus grande en haut qu'en bas. Puis l'auteur ajoute en note : « En général, l'os croît un peu plus par en haut que par en bas, comme je le vois par les pièces même dont je parle ici, et surtout par les pièces très-nombreuses de ma collection. » Cette observation ne s'applique qu'au tibia. M. Flourens lui-même nous a renseigné sur ce point, lorsqu'il a dit n'avoir expérimenté que sur cet os (Comptes-rendus de la séance du 4 février 1861). Parmi les auteurs qui, à l'étranger, ont expérimenté sur le système osseux, nous n'en connaissons pas qui se soient occupés de la question qui fait l'objet de ce travail, de sorte que, comme renseignements antérieurs, nous ne trouvons pas autre chose à signaler.

Nous avons expérimenté sur divers animaux (lapin, poulet, agneau, chien), mais c'est surtout sur le lapin et le poulet que nos expériences ont été nombreuses et forment des séries complètes et parfaitement comparables. Nous insisterons ici sur les résultats obtenus sur le lapin, et nous ne rappellerons les autres que pour signaler leur concordance.

(1) L'expérience a duré vingt-deux jours.

Nous préférons détailler ce qui se rapporte au lapin, plutôt que ce qui a trait au poulet, parce que chez ce dernier animal les épiphyses n'ont pas la même importance que chez les mammifères. L'accroissement des os, bien que soumis aux mêmes lois générales dans ces deux ordres d'animaux, présente quelques différences au point de vue de son mécanisme. Les épiphyses n'existent pas sur tous les os du poulet, et si elles ont existé à une certaine période, ç'a été d'une manière transitoire, de sorte qu'elles ne peuvent jouer un rôle appréciable pendant toute la durée du développement en longueur. L'os continue alors à s'accroître par l'addition de nouvelle matière ossifiable aux deux extrémités de son diamètre longitudinal. Il croît comme la diaphyse des mammifères, abstraction faite des épiphyses qui lui sont sous-ajoutées.

Les résultats que nous avons obtenus dans ces diverses expériences, nous ont démontré que les os des membres ne croissent pas de la même manière, que les uns croissent principalement par en haut et les autres par en bas. L'os du bras ne croît pas comme ceux de l'avant-bras, celui de la cuisse comme ceux de la jambe. Mais non seulement les os de chaque segment de membre diffèrent entre eux ; ceux du membre antérieur croissent aussi en sens inverse de ceux du membre postérieur.

Le fémur s'accroît plus par son extrémité inférieure ; le tibia et le péroné (ce dernier le plus souvent rudimentaire ou confondu avec le tibia dans sa moitié inférieure) s'accroissent plus, au contraire, par leur extrémité supérieure. D'un autre côté, l'humérus, qui est l'analogue du fémur,

grandit en sens inverse, c'est-à-dire principalement par son extrémité supérieure. Le radius et le cubitus, qui sont les analogues du tibia et du péroné ont, contrairement à ces derniers, leur plus grand accroissement par leur extrémité inférieure. De sorte qu'il y a un rapport inverse non seulement pour les divers segments d'un membre, comparés entre eux, mais pour les membres supérieur et inférieur mis en parallèle d'après leurs parties analogues.

Cette loi, nous l'avons retrouvée chez tous les animaux sur lesquels nous avons expérimenté. Chez les oiseaux eux-mêmes, l'excès d'accroissement a été dans le même sens. Au fémur seulement, il est si peu prononcé, que la plupart de nos pièces appartenant au poulet, présentent un accroissement à peu près égal en haut et en bas, mais jamais en sens inverse.

Quant à exprimer en chiffres l'excès d'accroissement, et à établir une proportion rigoureuse entre les deux extrémités, il est très-facile de le faire pour chaque animal en particulier, à certaines périodes de son développement. Mais la proportion varie un peu, selon les différentes espèces, car les divers os ne sont pas entre eux dans les mêmes rapports. Tel animal a un fémur plus long, comparé au tibia et à l'humérus ; tel autre le présentera dans un rapport inverse. Mais quelles que puissent être ces variations, la constance des résultats expérimentaux, relativement au sens de l'accroissement, nous autorise à y voir l'expression d'une loi générale, que nous traduirons par la formule suivante :

Au membre supérieur pour les os du bras et de l'avant. c'est l'extrémité éloignée du coude qui s'accroît le plus.

Au membre inférieur, au contraire, pour les os de la cuisse et de la jambe, c'est l'extrémité éloignée du genou qui s'accroît le moins.

§ II.

Expériences sur les divers os des membres.

Nous allons examiner successivement l'humérus, les os de l'avant-bras, le fémur et les os de la jambe.

Humérus.

Le 3 octobre 1859, nous enfonçâmes dans les deux humérus d'un jeune lapin de deux à trois mois, un clou de plomb placé à égale distance de l'extrémité supérieure et de l'extrémité inférieure. L'humérus avait 50 millimètres, le clou fut donc enfoncé à 25 millimètres de chaque extrémité. L'animal fut sacrifié le 15 septembre suivant, c'est-à-dire onze mois et demi après. Nous trouvâmes alors chaque humérus dans l'état suivant : Le clou s'était parfaitement maintenu dans la diaphyse de l'os. La tête était recouverte par une couche très-mince de substance osseuse, à travers laquelle on la distinguait parfaitement une fois le périoste

enlevé. Cette couche osseuse râclée avec un scalpel, on aperçut le métal à nu.

L'accroissement consécutif de l'os s'était fait presque complètement du côté de l'extrémité supérieure. L'humérus avait atteint une longueur de 76 millimètres, mais le clou, au lieu de se trouver à 38 millimètres de chaque extrémité, était à 28 millimètres de l'extrémité inférieure, et à 48 de l'extrémité supérieure. L'os avait donc gagné 3 millimètres seulement du côté du coude, et 23 du côté de l'épaule, ce qui revient à dire qu'il s'était accru sept fois plus vers son extrémité supérieure. Les deux humérus présentaient exactement le même accroissement.

Dans d'autres expériences, nous avons obtenu des résultats semblables ; l'excès d'accroissement s'est toujours fait dans le même sens. Il était nécessairement d'autant plus prononcé, que l'animal avait été opéré plus jeune, et était resté plus longtemps en expérience. Un lapin d'un mois, dont l'humérus avait 44 millimètres, nous présenta, deux mois et demi plus tard, l'accroissement suivant : L'os avait atteint 70 millimètres, et le clou que nous avions placé à égale distance de ses deux extrémités, se trouvait beaucoup plus rapproché de l'extrémité inférieure. Il en était à 28 millimètres, tandis qu'il se trouvait éloigné de 42 millimètres de l'extrémité supérieure.

Sur un autre sujet opéré à peu près dans les mêmes conditions, de la même taille et de la même portée, nous avons trouvé 28 millimètres pour la distance de l'extrémité inférieure, et 43 pour la supérieure. De sorte que l'humérus s'était accru de 6 millimètres seulement par en bas, pen-

dant qu'il s'augmentait de 21 millimètres par en haut.

Il est donc de toute évidence que les deux moitiés de l'humérus croissent très-inégalement ; c'est du côté de l'épaule surtout que se fait l'allongement. Du côté du coude, l'accroissement est presque arrêté dès les premiers mois de la vie, longtemps avant la soudure de l'épiphyse correspondante.

Radius et cubitus.

Pour les os de l'avant-bras, nous avons un rapport inverse à celui que nous venons de signaler pour l'humérus. C'est surtout vers l'extrémité inférieure que se fait l'allongement : de sorte que, comme pour l'os du bras, c'est l'extrémité qui regarde le coude qui prend le moins d'accroissement. Voici quelques chiffres pour apprécier la proportion.

Sur un lapin dont le radius avait 36 millimètres, nous plaçâmes un clou de plomb à égale distance des deux extrémités. Quand l'os eut acquis 60 millimètres (deux mois après), le clou était à 23 millimètres de l'extrémité supérieure, et à 37 de l'inférieure, de sorte qu'il avait gagné 5 millimètres par en haut, pendant qu'il s'était accru de 19 millimètres par en bas.

Sur un autre lapin d'un mois et demi à deux mois, laissé en expérience pendant vingt-deux jours, nous trouvâmes pour une longueur de 41 millimètres, 24 au-dessous du clou, 17 au-dessus.

Quant au cubitus, l'accroissement s'est fait dans le même

sens, c'est-à-dire principalement vers l'extrémité inférieure.

Un lapin dont le cubitus avait 41 millimètres à un mois, fut opéré comme les précédents, et sacrifié sept semaines après. L'os avait atteint 78 millimètres, qui se répartissaient de la manière suivante : 31 au-dessus du clou, 47 au-dessous. Il avait donc gagné 10 millimètres à son extrémité supérieure, et 27 à son extrémité inférieure, c'est-à-dire qu'il s'était accru trois fois plus par en haut que par en bas.

Sur un autre sujet opéré dans les mêmes conditions, nous trouvâmes, au bout de vingt-quatre jours, 28 millimètres pour la portion au-dessous du clou, et 22 pour la portion au-dessus. L'os avait 41 millimètres au moment de l'opération, chaque extrémité s'était ainsi accrue dans la même proportion que dans le cas précédent.

Ces diverses expériences démontrent déjà la première partie de notre loi, à savoir que, dans un membre, le développement se fait en sens inverse pour chacun de ses segments. Au membre antérieur, il se fait principalement en haut pour l'humérus, principalement en bas pour le radius et le cubitus. Les chiffres que nous avons rapportés plus haut, nous indiquent, en moyenne, un accroissement quatre fois plus actif vers l'extrémité éloignée du coude, que vers celle qui contribue à former cette articulation.

Fémur.

Les os du membre postérieur ne se ressemblent pas plus sous le rapport de l'accroissement que ceux du membre antérieur. Ils sont entre eux dans un rapport inverse ; et contrairement à ce que nous venons de voir pour le membre thoracique, c'est l'extrémité la plus éloignée de l'articulation intermédiaire qui présente le moins d'accroissement. Nous verrons dans un instant que la différence entre les deux extrémités n'est pas aussi grande que pour les os dont nous venons de nous occuper. Pour le fémur même elle paraît au premier abord très-peu marquée, car le grand trochanter prend un tel accroissement qu'il semble contrebalancer l'augmentation éprouvée par l'extrémité inférieure. Mais ici il y a une distinction importante à faire ; ce n'est pas la pointe du grand trochanter qui doit être prise comme base de mensuration, c'est le point le plus élevé de la tête du fémur. La ligne de sustentation est mesurée, non par l'espace qui sépare le grand trochanter du point le plus bas du condyle externe, mais par la ligne tirée du point le plus élevé de la tête du fémur au point le plus inférieur de la surface des condyles. Chez le lapin, dans les premières semaines qui suivent la naissance, le grand trochanter et la tête sont sensiblement au même niveau, mais plus tard, le grand trochanter grandit considérablement et dépasse de 7 à 8 millimètres le point le plus élevé de la tête. Si l'on me-

sure alors, à partir du grand trochanter, on obtient des différences peu marquées entre les deux moitiés de l'os. Si, au contraire, on prend la tête du fémur pour point extrême de la ligne à mesurer, on obtient une différence sensible en faveur de l'extrémité inférieure.

Sur un lapin de 2 à 3 mois, nous enfonçâmes 2 clous, un au milieu de chaque fémur. Le fémur avait 68 millimètres au moment de l'opération, et 10 mois plus tard il en avait 91 du point le plus élevé de la tête au point le plus inférieur du condyle interne. Il s'était donc accru de 23 millimètres, répartis de la manière suivante : Sur le fémur droit le clou était à 39 millimètres de l'extrémité supérieure et à 52 de l'extrémité inférieure. A gauche nous avons trouvé 41 millimètres pour la moitié supérieure, et 50 pour l'inférieure. Cette légère différence s'explique par la difficulté de placer des clous dans des points rigoureusement identiques. Mais en négligeant cette différence d'un millimètre et en prenant la moyenne entre ces deux mensurations, nous avons 40 pour la moitié supérieure et 51 pour l'inférieure. On voit que celle-ci avait gagné 17 millimètres sur 23, tandis que celle-là n'en avait gagné que 6. Dans d'autres expériences, nous avons trouvé de 3 à 11 millimètres en faveur de l'extrémité inférieure, les animaux avaient vécu de 20 à 110 jours après l'opération. Le rapport entre les deux extrémités était toujours le même ; l'accroissement par en bas se trouvait au moins deux fois plus actif que l'accroissement par en haut, c'est-à-dire que pour un millimètre

de substance osseuse ajouté à la tète, on en trouvait plus de deux à l'extrémité inférieure.

Tibia.

Pour le tibia c'est un rapport inverse ; l'extrémité supérieure s'est toujours plus développée que l'inférieure. Nous ne parlerons pas du péroné d'une manière spéciale, car, confondu avec le tibia dans sa moitié inférieure, il doit nécessairement se développer dans le même sens que ce dernier os.

Un lapin, mis en expérience le 17 octobre, fut sacrifié le 15 décembre. Au moment de l'opération, le tibia avait 58 millimètres ; deux mois plus tard, il avait atteint 94 et s'était, par conséquent, accru de 36. Ces 36 millimètres s'étaient répartis, 23 à l'extrémité supérieure, 13 à l'extrémité inférieure. L'allongement était donc presque deux fois plus considérable en haut qu'en bas. Sur d'autres tibias laissés en expérience de 20 à 50 jours, la proportion s'est trouvée la même, c'est-à-dire que pour un millimètre d'accroissement par en bas, il y avait presque deux millimètres par en haut.

Ainsi se trouve vérifiée l'observation que nous avions annoncée plus haut, à savoir que pour les os du membre abdominal la différence entre les deux extrémités était moins prononcée que pour ceux du membre thoracique. Pour le membre abdominal elle est de 1 à 2 en moyenne, pour le membre thoracique elle est de 1 à 4.

Ces diverses expériences nous autorisent maintenant à considérer comme démontrées les propositions que nous avons émises plus haut, à savoir :

1° *Que les os longs des membres ne croissent pas en hauteur également par leurs deux extrémités* ;

2° *Que cet accroissement ne se fait pas dans le même sens pour les os analogues du membre supérieur et du membre inférieur* ;

3° *Que pour les os du membre supérieur, c'est l'extrémité éloignée du coude qui prend le plus grand accroissement, tandis que pour les os du membre inférieur c'est l'extrémité qui contribue à former le genou.*

Nous devons à présent nous demander avec quels faits d'ostéogénie sont en rapport les résultats que nous avons signalés, et rechercher si dans les notions déjà acquises à la science, nous trouvons des données utiles à leur interprétation. Dans ce but, nous allons examiner si le phénomnèe de la soudure des épiphyses et la direction des trous nourriciers de l'os peuvent nous éclairer et nous fournir les éléments d'une théorie acceptable.

§ III.

DES RAPPORTS DE LA LOI DE L'EXCÈS D'ACCROISSEMENT AVEC L'ORDRE DE SOUDURE DES ÉPIPHYSES.

Le rôle du cartilage intermédiaire ou cartilage de conjugaison, a été depuis longtemps, sinon rigoureusement déterminé, du moins implicitement admis. On avait remarqué que le squelette ne croît plus en hauteur après la soudure complète des épiphyses, c'est-à-dire, quand le cartilage de conjugaison des divers os a disparu. L'accroissement en hauteur était donc lié à son existence, et de la nécessité de la présence du cartilage on pouvait logiquement conclure à son rôle actif. Bien plus, par le même raisonnement, il était possible d'arriver à admettre un accroissement inégal pour les deux extrémités de l'os, puisque les épiphyses ne se soudent pas en même temps. Mais ce même raisonnement devait aussi faire admettre que tant que les épiphyses ne sont pas soudées, l'accroissement se fait également des deux côtés. C'est cet ordre d'idées qu'a suivi M. Flourens, dans sa note communiquée à l'Académie des sciences, le 4 février, note dans laquelle il cherche à faire voir que la loi que nous avons formulée peut être regardée comme la conséquence de

faits connus. Mais malheureusement pour cette explication, elle a contre elle la plus part de nos expériences sans en avoir aucune en sa faveur. Un coup d'œil sur nos pièces montrera en quoi elle n'est pas l'expression de la réalité.

Si l'excès d'accroissement dans un sens est dû à la soudure plus précoce de l'épiphyse du côté opposé ; si un os cesse de croître d'un côté par le fait même de la réunion de l'épiphyse correspondant, cet excès d'accroissement ne doit pas se produire tant qu'aucune des épiphyses n'est pas soudée. Il ne doit pas avoir lieu (chez les lapins, par exemple), dans les 5 ou 6 premiers mois qui suivent la naissance ; or, la plupart de nos pièces présentent ce surplus d'accroissement très-marqué, dans un sens, et *cependant aucune épiphyse n'est soudée* ; le cartilage intermédiaire subsiste à chacune des deux extrémités de la diaphyse.

L'excès d'accroissement, dans un sens, loin d'attendre la soudure des épiphyses, se fait dès les premiers jours qui suivent la naissance. Nous insistons tout particulièrement sur ce fait, qui ne pouvait être révélé que par l'expérimentation. C'est le contraire qu'on aurait dû soupçonner d'après les données que la science possédait jusque ici.

Il y a cependant un rapport constant entre l'ordre de soudure des épiphyses et le sens du surplus d'accroissement. C'est bien du côté où la soudure est la plus tardive que l'accroissement est en excès. Mais ces deux faits ne sont pas, comme nous venons de le voir, sous la dépendance

l'un de l'autre. Il n'y a pas de rapport de causalité à établir entre eux. Ils sont tous les deux sous la dépendance d'un fait plus général, plus élevé, et si on voulait à tout prix établir un rapport de causalité entre eux, c'est peut-être en sens inverse qu'il faudrait procéder. On dirait, non pas que l'os croît moins dans un sens, parce que l'épiphyse correspondante se soude plutôt, mais que l'épiphyse se soude plutôt parce que l'os croît moins dans ce sens, les matériaux d'accroissement cessant plutôt de lui être fournis. Du reste, un fait qu'on veut regarder comme la cause d'un autre, doit nécessairement le précéder, or, des deux faits que nous comparons, la soudure de l'épiphyse est postérieure à l'excès d'accroissement, donc elle n'en est pas la cause.

S'il était encore besoin d'autre preuve en faveur de notre opinion, nous rappellerions que chez le poulet, plnsieurs os longs s'accroissent sans épiphyses et qu'on observe cependant sur eux l'inégalité d'accroissement comme chez les mammifères. Et du reste, chez ces derniers, les deux épiphyses d'un même os se soudent la plupart du temps à si peu d'intervalle l'une de l'autre, qu'il faudrait admettre qu'au moment où l'os va cesser de grandir, il acquiert en quelques jours ou quelques semaines cet excès d'accroissement qui représente parfois plus du quart de sa longueur.

Ainsi donc, quoique lié à l'ordre de soudure des épiphyses, l'excès d'accroissement des divers os n'est pas sous sa dépendance.

§ IV.

RAPPORTS DE LA LOI D'EXCÈS D'ACCROISSEMENT AVEC LA DIRECTION DES TROUS NOURRICIERS DE L'OS.

A. Bérard a signalé chez l'homme un rapport constant entre la direction des trous nourriciers et l'ordre de soudure des épiphyses. Il est arrivé alors à formuler cette loi: *Des deux extrémités d'un os long, c'est toujours celle vers laquelle se dirige le conduit nourricier qui se soude la première avec le corps de l'os.* Ainsi, pour les os du membre supérieur, c'est l'extrémité qui regarde le coude dont l'épiphyse se soude la première, et pour le membre inférieur, c'est l'extrémité qui regarde le genou dont l'épiphyse se soude la dernière.

Or, cette formule ressemble tellement à celle que nous avons trouvée pour l'accroissement en hauteur qu'on pourrait considérer celle-ci comme calquée sur celle-là. Mais ce qui prouve immédiatement que la loi de Bérard ne peut pas s'appliquer à l'accroissement des os, c'est que sur le lapin, les trous nourriciers sont convergents au genou comme au coude, et cependant le sens de l'accrois-

sement est inverse dans les deux membres. S'il y avait un rapport constant et nécessaire entre ces deux faits : l'excès d'accroissement et la direction du trou nourricier ; si l'un était sous la dépendance de l'autre, si telle extrémité prenait plus d'accroissement parce que le trou nourricier se dirige en sens inverse, il faudrait qu'au membre postérieur le trou du fémur se dirigeât en haut et celui du tibia en bas, c'est-à-dire, du côté où l'accroissement est le moins actif. Mais c'est le contraire que démontrent nos pièces.

Du reste, la formule d'Auguste Bérard, bien qu'exprimant un fait parfaitement exact pour l'homme, n'est pas applicable aux autres animaux et ne doit pas par cela même être considérée comme l'expression d'un fait constant et général. Elle se base sur une simple coïncidence chez l'homme, coïncidence qui a pu paraître renfermer un rapport de causalité, mais que l'étude de l'anatomie comparée ne nous permet pas de considérer comme telle. Sur les squelettes humains que nous avons pu examiner, nous n'avons pas trouvé d'exception bien marquée à la règle indiquée par Bérard.

Nous avons vu quelquefois seulement les trous presque transversaux. Le péroné (d'après la remarque de Bérard lui-même, offre moins de régularité que les autres os). Mais sur les squelettes de certains mammifères, nous avons observé que les trous nourriciers n'avaient pas absolument la même direction que chez l'homme, et cependant sur tous les animaux que nous avons pu étudier, l'ordre de soudure des épiphyses était le même. A priori,

du reste, nous sommes très-peu porté à voir dans la direction d'un trou vasculaire une cause capable d'influencer la soudure des épiphyses. Le tronc artériel se divise immédiatement après son passage à travers le trou en deux branches de calibre à peu près égal, de sorte que la même quantité de sang se dirige vers chacune des extrémités de l'os. Déjà dans nos recherches sur la reproduction des os, nous avions vu que la direction du trou nourricier principal n'influençait en rien la quantité de substance osseuse réproduite ; nous avions vu même que l'ablation de la portion que traverse le trou nourricier et de l'artère nourricière elle-même, ne modifie pas sensiblement la nutrition du reste de l'os.

Voici quelques exemples pour démontrer qu'il n'y a rien de constant dans la direction du trou nourricier :

Chez le porc, nous avons trouvé le trou nourricier du fémur se dirigeant en bas, en sens inverse de ce qu'on observe chez l'homme.

Chez le cheval, celui du radius se dirige en bas, celui du fémur ordinairement en haut, quelquefois transversalement et quelquefois en bas. Sur l'os métatarsien, il se dirige en bas vers l'épiphyse, contrairement à ce qu'on observe sur les métatarsiens et métacarpiens de l'homme.

Sur plusieurs ruminants (axis, chèvre, cerf), le trou nourricier du fémur se dirige en bas.

Sur tous ces animaux, les trous qui ont une direction analogue à ceux de l'homme, sont bien les plus nombreux, mais les exceptions que nous avons signalées, sont

assez importantes pour rompre la relation qu'on a cru nécessaire entre la direction du trou nourricier et l'ordre de soudure des épiphyses.

Nous ajouterons encore une observation. La direction du trou nourricier n'est pas toujours la même sur les os semblables d'un même animal. Nous avons vu dans la collection de notre ami, M. Chauveau, deux fémurs appartenant au même bœuf. Sur l'un, le trou nourricier se dirigeait en bas ; sur l'autre, il se dirigeait en haut.

§ V.

APPLICATIONS CHIRURGICALES.

Puisque les deux extrémités d'un os ne prennent pas une égale part à son accroissement, l'ablation de l'une ou de l'autre de ces extrémités n'exposera pas également à l'arrêt de développement du membre.

Supposons deux enfants atteints d'une lésion articulaire, nécessitant la résection, l'un à l'extrémité supérieure de l'humérus, l'autre à l'extrémité inférieure du même os. Si l'on ne fait que rafraîchir ou ruginer les surfaces articulaires : si l'on n'atteint pas la limite profonde de l'épiphyse ; si on laisse intact le cartilage de conjugaison, l'opération n'exposera pas par elle-même à un arrêt de développement sensible. Mais si l'on est obligé de dépasser la limite de l'épiphyse, de détruire le cartilage intermédiaire, on ne devra point avoir les mêmes craintes dans l'un et l'autre cas.

L'ablation de l'extrémité supérieure de l'humérus, en privant l'os de la portion aux dépens de laquelle s'effectue la plus grande partie de son accroissement, exposera le malade à un arrêt de développement du membre bien

plus sensible que l'ablation de l'extrémité inférieure, c'est-à-dire, de l'extrémité par laquelle l'os s'accroît dans une faible proportion. La connaissance des faits que nous avons exposés, peut ainsi faire calculer les chances de raccourcissement après telle ou telle résection. En l'absence des faits cliniques qui ne tarderont pas à se produire, nous pouvons nous baser sur les données précédentes, d'autant plus que les résultats des résections pratiquées sur les jeunes animaux leur viennent à l'appui. Sur les lapins on obtient un arrêt de développement bien plus sensible en réséquant la même longueur à l'extrémité supérieure de l'humérus, qu'à l'extrémité cubitale.

Nos résections du genou n'ayant jamais réussi chez les animaux, nous ne pouvons invoquer des preuves directes pour apprécier l'arrêt de développement consécutif. Mais comme c'est vers le genou que se fait l'accroissement des membres inférieurs, on s'expose à un raccourcissement considérable en enlevant les extrémités osseuses qui constituent cette articulation. De là, une objection très-sérieuse aux résections du genou, pratiquées dans le jeune âge. Au coude ce sera tout différent. Les trois os qui forment cette articulation y concourent par leur extrémité qui prend la plus faible part à l'accroissement. D'où moindre danger pour l'arrêt de développement après les résections du coude.

Cette question de l'arrêt de développement nécessite encore quelques explications. La conservation du périoste est un des moyens, sinon de le prévenir, du moins, de le diminuer. Mais cette opération conservatrice n'est pas

toujours praticable dans les résections des extrémités articulaires. L'état des parties, la désorganisation du périoste lui-même, la nécessité de mettre les os en parfait contact (pour le genou surtout), sont autant de circonstances qui restreignent l'application de cette chirurgie conservatrice ou la rendent illusoire dans les cas que nous avons en vue. Déjà dans notre premier travail sur la matière (Des moyens chirurgicaux de favoriser la reproduction des os, 1858), nous avions établi sous ce rapport une différence entre les résections dans la contiguité et celles dans la continuité. Aujourd'hui nous voulons appeler l'attention sur un autre fait : Chez les adultes, lorsque le périoste a été enlevé avec l'os, on ne doit pas compter sur une reproduction; le gonflement inflammatoire du bout de l'os, la formation de quelques stalactites ou d'un tissu fibreux plus ou moins dur donneront souvent l'apparence d'une régénération, mais il n'y aura pas reproduction réelle des parties enlevées. Chez les jeunes sujets il n'en est pas tout à fait ainsi. Un os scié dans sa diaphyse, en deçà du cartilage intermédiaire, peut croître encore de ce côté dans une certaine mesure ; de nouveaux éléments osseux se produisent à son extrémité, ces éléments se surajoutent et finissent par amener un véritable allongement de l'os. Cette circonstance contribuera ainsi à diminuer le vide laissé par l'ablation de la tête de l'os et de la portion de la diaphyse voisine du cartilage. C'est un des moyens de compensation que la nature emploie. Nous devions le signaler ici parce qu'il nous révèle une des différences que l'âge entraîne dans la reproduction

des os. C'est, du reste, un élément dont nous avons à tenir compte dans la question suivante.

Une question qui se rattache à celle que nous venons d'examiner est celle de l'accroissement des os des moignons après les amputations. Il y a deux ans, la Société de chirurgie a employé plusieurs séances à discuter sur cet accroissement et les causes sous l'influence desquelles il se produit. L'explication la plus simple, celle de l'accroissement normal et régulier des os qui ne ferait que se continuer après l'opération, fut souvent combattue ou passée sous silence dans les diverses théories qui se produisirent.

Les expériences dans lesquelles nous avons amputé des membres ou réséqué des fragments d'os, nous ont montré toujours que la portion laissée en place continuait de croître d'après les lois de son développement normal, c'est-à-dire, que si on avait conservé l'extrémité par laquelle s'opère principalement l'allongement, la portion osseuse prenait un accroissement considérable, d'autant plus sensible que les parties molles subissent une atrophie plus marquée.

L'ostéite consécutive de l'os amputé est très-fréquente et donne souvent lieu à des saillies exubérantes ou à des ostéoptyles de forme variée. Mais cette dernière cause ne peut pas seule rendre compte de l'allongement de l'os, d'autant plus que la nécrose vient souvent agir en

sens inverse. Il faut nécessairement invoquer les deux causes que nous avons signalées : l'allongement par l'extrémité supérieure de l'os qui continue de croître dans sa proportion normale et l'allongement par addition de nouvelle matière osseuse à l'extrémité inférieure du moignon, faits qui seront d'autant plus sensibles que les parties molles seront plus atrophiées. Nous nous rangeons ainsi à peu de chose près à l'opinion que MM. Bouvier et Broca avaient émise, et que M. Velpeau avait jugée la plus conforme à ce que l'expérience lui avait appris.

Dans l'appréciation de ces causes d'allongement, il faudra tenir compte des circonstances qui pourront les obscurcir l'une ou l'autre. La nécrose ou l'exfoliation du bout de l'os, que nos relevés nous démontrent exister 3 fois sur 4 (chez les adultes), et quelquefois l'atrophie du tissu osseux dû à la même cause que celle des parties molles, sont deux circonstances qui pourront diminuer l'allongement si elles s'accompagnent surtout de l'hypertrophie du tissu cellulo-graisseux qu'on observe chez les amputés gras et bien nourris. D'autre part, une ostéite avec stalactites et gonflement osseux jointe à l'atrophie prononcée des parties molles produira des effets contraires, et cependant dans les deux cas, les causes de l'allongement physiologique n'auront pas varié.

TABLE DES MATIÈRES.

§ IV.

§ V.

FIN.